



## TRABAJO FIN DE GRADO

Estrategias nutricionales basadas en suplementos de proteínas y carbohidratos para optimizar la salud del deportista: efectos sobre la recuperación muscular y el rendimiento

**Autor:** D. Adrián Gallego Reyes.

**Tutor Académico:** Dr. D. Jesús Gustavo Ponce González.

**Modalidad/Temática:** Salud/Entrenamiento. Revisión Narrativa.

**Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

Curso Académico: 2015/2016

Puerto Real, 24 de junio de 2016.

## **Motivación hacia la iniciativa y objetivos personales (a conseguir con la propuesta que se realiza).**

Como ya sabemos, el descanso del deportista tras la realización de un esfuerzo físico, sea cual sea, es una de las partes más importantes para la recuperación del atleta, ya que, lleva adherido un desarrollo positivo del estado de salud y por consiguiente un mayor rendimiento posterior.

Desde el punto de vista de la salud, la recuperación es un aspecto esencial para el rendimiento del deportista, porque sin un adecuado descanso podríamos producir un gran estrés al deportista al punto de llegar al sobreentrenamiento. El cual se manifiesta a nivel fisiológico, psicológico-social y comportamental, incidiendo de forma negativa en el rendimiento del deportista. A medida que se prolonga dicha situación, puede verse afectado con el tiempo, una posible manifestación de trastornos depresivos y otros problemas de salud (R. González-Boto y otros, 2006).

Atendiendo a la motivación, la presente investigación, surge como consecuencia de mi interés por encontrar una bebida isotónica que pueda suplir las necesidades fisiológicas, que demanda cualquier actividad física, después de un esfuerzo físico, así como que dicha bebida, pueda aumentar el rendimiento deportivo, disminuir el tiempo de recuperación y la fatiga producida por dicho ejercicio, y que aporte un beneficio a corto-largo plazo, gracias a la co-ingesta de hidratos de carbono y proteínas.

Dicho interés, nace de mi participación como preparador físico en las categorías inferiores del Cádiz C.F., dónde las estrategias de recuperación que se utilizan no van acompañadas de la ingesta de bebidas recuperadoras, si no, simplemente de estrategias de tapering y de ejercicios de estiramientos, aunque de estos aun no hay nada claro científicamente, respecto a si ayudan o no a la recuperación post-ejercicio del individuo o si es mero placebo y se utiliza por el placer que concierne.

Por ende, y con expectativas de futuro de poder utilizar bebidas recuperadoras para obtener un mejor rendimiento de mis deportistas, deseo encontrar una estrategia eficaz, propia de un equipo juvenil, que comprende edades de 17 a 19 años y la carga a la que son sometidos y el estrés que se producen a nivel fisiológicos, pueden ser, fácilmente, comparables a los jugadores de élite.

Con ello, quiero mostrar a mis jugadores, una serie de hábitos nutricionales, correspondientes a mi investigación y que sean conscientes de los beneficios que una bebida recuperadora puede tener sobre ellos, a nivel fisiológico, tras un esfuerzo físico.

Además, con esta investigación pretendo aclarar algunas respuestas sobre la demanda deportiva y social de las necesidades nutricionales que, en todo momento,

tienen que acompañar al desarrollo de la actividad física y la salud, ya sea, en la iniciación de un deporte, de una actividad física recreativa o de una actividad de alto rendimiento.

Por otro lado, una de la motivaciones, era la de conocer una bebida energética isotónica para poder utilizarla yo mismo, de forma eficaz, ya que, las bebidas “energéticas” que encontramos en el mercado, suelen ir acompañadas de una cantidad aberrante de azúcar refinada.

Por tanto, ya que se ha demostrado que incrementa el rendimiento deportivo, disminuye la fatiga y los riesgos de lesión deportiva, me parece excepcional conocer de primera mano, las cantidades óptimas de las fuentes nutricionales, para conseguir dichas ventajas fisiológicas.

En cuanto a los objetivos personales que se busca conseguir con la propuesta realizada son:

- Ser capaz de diseñar una bebida, según las conclusiones de esta investigación y con recursos escasos, que pueda aplicar a mis jugadores de fútbol.
- Reconocer si este método de recuperación es factible para el desarrollo del deportista o no.
- Conocer la importancia que tienen las proteínas y los hidratos de carbono en la recuperación fisiológica de los deportistas.
- Tener consciencia de lo que implica llevar a cabo una investigación de una revisión narrativa científica.

## **1. RESUMEN.**

Este artículo muestra una revisión narrativa sobre el efecto de la co-ingesta de proteínas (PRO) e hidratos de carbono (CHO) en bebidas isotónicas tras ejercicios de larga duración, para promover la síntesis del glucógeno muscular, disminuir los parámetros del daño/dolor muscular (CK, Mb y RPE), y aumentar la recuperación del deportista y su rendimiento posterior. La búsqueda se realizó en abril de 2016 en la base de datos de PubMed y utilizando la técnica de bola de nieve, con los descriptores “Recuperación Deportiva”, “Carbohidrato”, “Proteína”, “Glucógeno Muscular”. La estrategia nutricional más significativa es la de utilizar una ingesta adecuada de carbohidratos con proteínas (1g CHO + 0,4g PRO \* Kg IMC \* h) para favorecer la recuperación post ejercicio.

### **Abstract**

This article shows a review about the effect of protein and carbohydrate co-ingesting in isotonic drinks after long-term exercise, to promote muscle glycogen synthesis, to reduce muscle damage parameters (CK, Mb and RPE), and to increase athlete recovery and his subsequent performance. The research has been made in April 2016 from the database PubMed and using the reference checking technique, with descriptors such as “Recovery Sport”, “Carbohydrate”, “Protein”, “Muscle Glycogen”. The most significant nutritional strategy is to use a right carbohydrate with protein intake (1g CHO + 0,4g PRO \* Kg IMC \* h) in order to stimulate the post-exercise recovery.

## **2. PALABRAS CLAVE.**

Recuperación Post-Ejercicio, Hidratos de Carbono, Proteína, Glucógeno Muscular, Parámetro daño muscular.

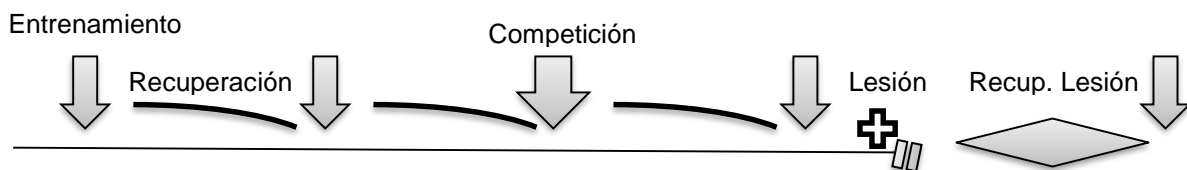
### **Key Words**

Post-Exercise Recovery, Carbohydrate, Protein, Muscle Glycogen, Muscle Damage Parameters.

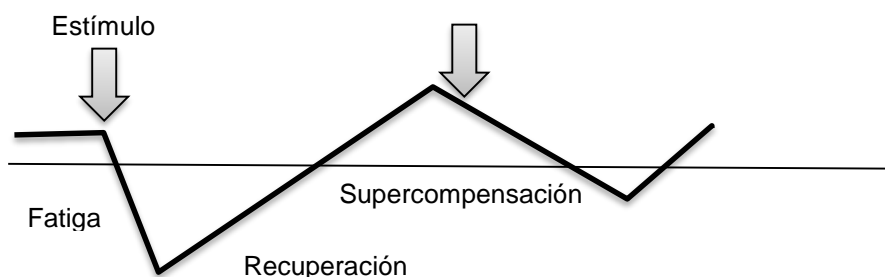
## **3. INTRODUCCIÓN.**

Como ya sabemos, la recuperación del deportista forma parte del proceso natural del cualquier atleta. Pero no hablamos de una recuperación tras una lesión deportiva, hablamos de una recuperación de daños fisiológicos y musculares producidos tras un ejercicio físico.

Por tanto, el deportista pasa por diferentes etapas durante su carrera deportiva (Figura 1), tal como la puesta a punto para la preparación física, dónde ejecuta entrenamientos, se recupera de ese rendimiento ejecutado, se crea una Supercompensación (Figura 2), vuelve a entrenar, y de nuevo a recuperarse, para estar en perfectas condiciones para la competición. De tal manera que la supercompensación, es el equilibrio entre el entrenamiento y su recuperación, así debemos encontrar una estrategia efectiva para los factores que incluye la recuperación post-ejercicio del deportista, para así, mejorar por un lado su rendimiento, y por otro lado y más importante, mejorar su salud, disminuyendo por tanto el riesgo de lesión.



**Figura 1. Etapas del deportista durante una carrera deportiva.**



**Figura 2. Principio de Supercompensación.**

En la literatura existen numerosos métodos para la recuperación del deportistas. Los métodos actuales más populares que existen para la recuperación, tras la realización de un entrenamiento deportivo son:

- ✓ Los estiramientos o stretching.
- ✓ La inmersión en agua fría o crioterapia.
- ✓ El consumo de bebidas isotónicas y ergogénicas.

Es en el último apartado, dónde está basada esta investigación. Principalmente en el consumo de suplementos nutritivos, para la obtención de la mejora del deportista. En nuestro caso nos centraremos en la ingestión de bebidas con hidratos de carbono con un suplemento de proteínas, y si éstas, ayudan a la velocidad y calidad de la resíntesis del glucógeno muscular, a los marcadores del daño muscular y, por ende, a la recuperación y salud del deportista. A su vez, si la recuperación ha sido óptima, también beneficiará a su rendimiento posterior.

La recuperación de los niveles de glucógeno, tras la realización de un rendimiento es un proceso lento que alberga las 24-48 horas, dependiendo de las pérdidas que se han producido. Del mismo modo, es durante las 2 primeras horas de recuperación post ejercicio, cuando se produce la mayor velocidad de la resíntesis glucogénica, y este proceso, podría verse acelerado, debido a la ingestión de la ingesta de carbohidratos y de proteínas, simultáneamente(Pérez-Guisado,2008). Esta ingesta con ambos suplementos, parece tener un efecto más beneficioso sobre la resíntesis de las reservas de glucógeno, que tomar hidratos de carbono sólo.

Como ya sabemos, el aumento de la intensidad del ejercicio está asociado con un incremento en el combustible energético, concretamente, el de los hidratos de carbono. Además, si aumenta la duración del ejercicio, es necesario que movilizemos las reservas de glucógeno para mantener los niveles óptimos de glucosa, de forma que si éstos no pueden mantenerse, la intensidad de dicho ejercicio se verá reducida(Pérez-Guisado,2008).

Por un lado, si el consumo de oxígeno se sitúa en el 50% de la intensidad máxima ( $VO_{2max}$ ), la mayor parte de la energía consumida será en forma de grasas, sin embargo si esa intensidad se incrementa a más del 75% del  $VO_{2máx}$ , tendremos como principal fuente de energía a los hidratos de carbono. Los hidratos de carbono que se suelen emplear, son los que tienen un alto índice glucémico, como la glucosa y la sacarosa, ya que se transforman en glucógeno con más velocidad que los que tienen un bajo índice glucémico, como la fructosa.

Por otro lado, “las proteínas forman parte de la reserva energética, ya sea en reposo o durante un ejercicio físico. Aunque su utilización sea mínima, un 5%, este porcentaje puede verse aumentado en ejercicios de larga duración, hasta un 12-15%” (Pérez-Guisado,2008, pág.143).

El objetivo principal de esta investigación, es encontrar el efecto sinérgico de ambos macronutrientes. Tanto los hidratos de carbono como la proteína, estimulan la producción de insulina, y ésta, es imprescindible en la formación del glucógeno muscular y en la síntesis proteica, por ello podría acelerarse el proceso de la resíntesis del glucógeno y así acelerar la recuperación del deportista y darle mayor calidad a su rendimiento y a su salud, disminuyendo el riesgo de lesión durante la siguiente actividad.

## **4. OBJETIVOS.**

A continuación, paso a detallar los objetivos que se quería lograr con esta investigación. Los principales objetivos eran:

- I) Conocer los efectos ergogénicos y fisiológicos que tienen las bebidas compuestas de carbohidratos y proteínas, sobre el rendimiento deportivo, en el proceso de recuperación del deportista y en el daño muscular producido por el ejercicio.
- II) Valorar los efectos positivos de la ingesta de proteína en bebidas con carbohidratos y determinar si es una estrategia eficaz para la mejora fisiológica del deportista.
- III) Determinar el consumo óptimo de los nutrientes de esta composición, así como el momento de la ingesta, antes, durante o después del ejercicio físico.

## **5. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA.**

### **5.1. Estrategia de búsqueda.**

La estrategia de la búsqueda bibliográfica se ha basado en la consulta de fuentes primarias, para la obtención de revisiones y artículos de investigaciones relacionadas con los suplementos energéticos de hidratos de carbono y proteínas en el periodo de la recuperación del deportista, para la mejora del rendimiento deportivo.

Para la obtención de dichas fuentes primarias, se ha utilizado la base de datos de PubMed, de forma online, y con aquellos artículos que no conseguía descargar, utilizaba la base de datos de la biblioteca electrónica de la Universidad de Cádiz, y me facilitaba dichas descargas, si la universidad estaba suscrita a la revista oportuna.

En primera estancia, utilicé los términos en inglés de “Recuperación Post-Ejercicio”, “Carbohidratos” y “Proteínas” y “Glucógeno Muscular”. Además, en un principio solo buscaba revisiones narrativas, para que éstas me sirvieran de ayuda a la búsqueda posterior de artículos. Más tarde volví a hacer una búsqueda de aquellos artículos que podían haber salido en fechas más recientes, y que aun no estuvieran citados en las revisiones.

En segunda estancia, de todas las revisiones y artículos que encontré, realicé una lectura de los títulos y los resúmenes, con el objetivo de ir catalogando aquellos que me serían útiles y aquellos que no.

Y por último, concluí con una evaluación de las referencias bibliográficas que disponía, para ordenarlas por revisiones, guías y artículos y volver a deshacerme de aquellos que no cumplían con los requisitos.

Dicha búsqueda, la realicé en el mes de abril, aunque más adelante fui añadiendo más artículos con la técnica de bola de nieve, la cual, consiste en buscar artículos relacionados con el tema, a partir de la bibliografía de un artículo ya obtenido con anterioridad.

## **5.2. Criterios de inclusión y de exclusión.**

Para la selección final de los artículos que se han utilizado en esta revisión, se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- I) Que los artículos, estuvieran dentro de los 10 últimos años, para que métodos y nuevos descubrimientos no estuvieran anticuados, aunque si un artículo ha sido muy citado, también se ha incluido, sin importar este criterio.
- II) Que los sujetos fueran humanos y no animales.
- III) Que el artículo hiciera incidencia, sobre todo, en el glucógeno muscular y la recuperación, donde se aplicaba las bebidas, fuera post-ejercicio.
- IV) Que la publicación fuera de carácter científico y por lo tanto, se cumpliera todas las características pertinentes que debe tener un artículo científico. Aunque PubMed cumple con garantías estos requisitos mínimos de calidad.
- V) Los operadores utilizados, de los existentes en dicha base de datos (“AND”, “OR”, “NOT”), ha sido el de “AND”, o en español “Y”, en el que se incluye todos los términos en la búsqueda, sin excluir ninguno, en los artículos expuestos.



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Un total de 47 de artículos se identificaron, en los que se incluían también las revisiones. De los cuales, aplicando los criterios de inclusión preestablecidos, se quedó en 23 los artículos verificados. Aplicando la evaluación de los títulos y resúmenes, se seleccionaron un total de 13 artículos. Tras aplicar la técnica de bola de nieve, se sumaron unos 10 artículos, de aquellos que tenían gran importancia en la referencia de artículos, por tanto, tenía un total de 23 artículos, de los cuales, 6 de ellos no pude disponer del texto completo o no estaban disponibles, haciendo un total de 17 artículos, de los que disponía para hacer esta revisión narrativa (figura 3).

Tras mostrar los resultados de la búsqueda bibliográfica, así como su desglose, continuamos con la tabla 1, dónde se presentan todos los artículos con sus respectivas conclusiones y demás objeciones importantes para la elaboración de esta investigación.

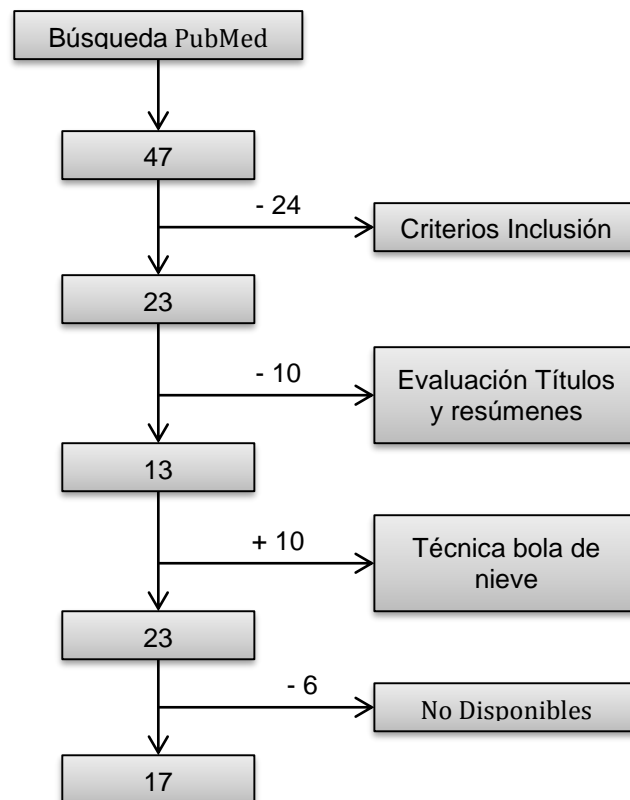


Figura 3. Estrategias y resultados de la búsqueda bibliográfica

Tabla 1. Comparativa entre estudios sobre las características de las bebidas en diferentes tipos de ejercicios físicos.

Estudio	Sujetos	Ejercicios y recuperación	Suplementación	Marcadores Daño Muscular (CK, Mb, RPE)	Glucógeno muscular (GM)	Recuperación con CHO+P	Otros Resultados
<b>Rustad et al. (2016)</b>	8 varones ciclistas entrenados	Bicicleta: T' hasta agotamiento (THA) al $\pm 72\% \text{VO}_{2\text{máx}}$ + Recup. 18h + Bicicleta THA al $\pm 72\% \text{VO}_{2\text{máx}}$	<u>CHO</u> : 1.2gCHO*Kg*h. <u>CHO+P</u> : 0.8gCHO + 0.4PRO*Kg*h. <u>PLB</u> .	CK y Mb: no diferencias significativas.  RPE: PLB>CHO y CHO+P	CHO+P>CHO>PLB	+	<u>THA</u> : CHO+P>CHO>PLB
<b>Alghanam et al. (2016)</b>	6 corredores de resistencia activos	Carrera 1: THA al 70% $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Run1) + 4h Recup. + Ídem Run1 (Run2)	<u>CHO+P</u> : 0.8gCHO+0.4gPRO*Kg*h <u>CHO</u> : 1.2gCHO*Kg*h. 10ml*Kg*h		CHO+P = CHO	-	<u>Glucosa</u> : CHO<CHO+P (a 1h recup.)  <u>Insulina y Urea</u> : CHO+P>CHO (recup.)
<b>Upshaw et al. (2016)</b>	8 varones ciclistas entrenados	Ejercicio bajada de G+Recup.4h+C	CHO:PRO Ratio. 1gCHO*Kg*h <u>LecheChoc (LCHOC)</u> :		LCHOC: recup. efectiva para		T'Crr: LCHOC. SCHOC.

	s	rr20Km	4:1. 1,260ml. <u>Sojachoc (SCHOC):</u> 4:1. 1,669ml. <u>CáñamoChoc (CCHOC):</u> 6:1.1,917ml. <u>Leche vaca (L):</u> 1.5:1. 2,262ml. <u>PLB:</u> n/a. 2,262 ml	GM.		CCHOC. L < PLB
					+	
<b>Naclerio et al. (2015)</b>	16 futbolistas varones amateurs	IRS. 90'. 3' recup. entre bloques +1 y +24h para el último test.	500ml*4 <u>Multiingrediente(MTE):</u> 14,5g PRO + 53g CHO + 5g L-GLUT + 5g L-CARN L-TART. <u>CHO</u> :69,5gr <u>Placebo.</u> 1g*Kg CHO. 0.15g*Kg PRO.	<u>Mb:</u> PLB> MTE y CHO (en 1h y 24h)  <u>RPE:</u> MTE < PLB y CHO		No mejora el IRS
					-	
<b>Coutinho et al. (2014)</b>	23 soldados	100 Km marcha con escalada, sprint intercalados y ejercicios militares clásicos.	<u>CHO:</u> 0.8kg CHO/Kg Peso/h <u>CHO+CHO:</u> 1g CHO/Kg Peso/h <u>CHO+P:</u> =CHO+ 0,2gPRO/Kg Peso/h	<u>RPE:</u> CHO+P=CHO+C HO=CHO  <u>CK:</u> CHO+P=CHO+C HO=CHO (24h)	CHO+P = CHO y CHO+CHO.	-

<b>Goh et al. (2012)</b>	12 ciclistas varones entrenados	Ex1: intervalos. 60'+Recup. 4h.+Ex2: Crr.	<u>CHO</u> : 625mL +125mL agua /75gCHO. <u>LCHP</u> : 250mL+500mL agua/ 8g CHO+55g PRO + 4g GRAS. <u>HCLP</u> : 250mL+500mL agua/ 45g CHO+ 25g PRO + 0.5g GRAS.	<u>CK</u> : CHO=LCHP=HCLP  <u>RPE</u> : CHO=LCHP=HCLP	CHO > LCHP y HCLP (EX2).	-	Bebidas efectos similares después de un ejercicio aeróbico intenso.
<b>Alghanam. (2011)</b>	6 varones futbolistas amateurs	Ejercicio intermitente específico de fútbol (75') con 15' de recup. (en el 45') + carrera THA al 80% VO <sub>2</sub> máx	<u>CHO</u> : 1g*KgCHO. <u>CHO+P</u> : 0.7gCHO+0.3gPRO*Kg. <u>PLB</u> .	<u>RPE</u> : CHO+P < CHO y PLB. inicio y final del ejercicio intermitente		+	CHO+P +T' de RTF que CHO y PLB.  Glucosa ↑ en CHO+P al final de THA (min:105') comparado con CHO y PLB.
<b>Cepero et al. (2010)</b>	15 ciclistas varones	Pedaleo al 75% VO <sub>2</sub> máx 1h.+2h Recup.+Crr. 20Km.	Todas las bebidas= 36Kcal/100ml y Vitaminas B,E,C,D.  <u>CHO</u> : 9%CHO. <u>CHO+Ps</u> : 2% Hidrolizado	<u>CK</u> : No resultados significativos entre bebidas, pero todas las bebidas mejoran los niveles	CHO+P=CHO.	-	Ácido Láctico: Final prueba (T'=210) valores ↑ en CHO y en

			de suero de leche + 7%CHO. <u>CHO+Pc</u> : 2% Hidrolizado de caseína+ 7%CHO.  Total 1L consumido.	plasmáticos.			CHO+Pc. <u>Insulina</u> : Aumenta – en CHO y CHO+Ps y Aumenta + en CHO+Pc
<b>Cockburn et al. (2010)</b>	32 varones sanos.	Flex-Ext de rodillas excéntricas unilaterales. 6s-10rep-90'' rest/s	<u>CHO+P</u> :1000ml/ 33.4gPRO+ 118.2gCHO+16.4g GRAS (caseína y whey). <u>PBL</u> : Agua.	CHO+P post ejercicio ↓daño muscular.	CHO+P>PLB	+	CHO+P después o 24h post ejercicio ↑la recuperación a las 72h.
<b>Benjamin et al. (2009)</b>	8 sujetos sanos. 4 hombres y 4 mujeres.	Flex-Ext de rodilla (excéntrica). 50rep a la máxima fuerza en 90°/segundos.	<u>LOW</u> : 5gCHO+6gPRO(RDA)+6gGRAS. <u>HIGH</u> : 22gCHO+6gPRO+2gGRAS.	<u>RPE</u> : No diferencias entre grupos. <u>CK</u> : HIGH>LOW 48h post ejercicio.	CHO+P ↑síntesis PRO y ↓la pérdida de FMusc en levantadores de peso novatos.	+	pérdida de Fuerza: HIGH < LOW 24h post ejercicio.
<b>Cockburn et al.</b>	24 varones	Flex-Ext de rodillas	<u>CHO+P</u> : base de leche 33.4gPRO+118.2gCHO+	<u>CK</u> : □L y CHO+P <CHO a las 48h.			<u>Pico torque pierna</u>

<b>(2008)</b>	sanos, deportistas de equipo.	excéntricas unilaterales. 6s-10rep-90'' rest/s	16.4gGRAS. <u>L:</u> 34gPRO+49gCHO+17gG RAS.. <u>CHO:</u> 64gCHO. <u>PLB.Agua.</u>  Dosis de 500ml cada una (x2)	<u>Mb:</u> □CHO+P< CHO a las 48h.	+	<u>dominante:</u> CHO+P y L >agua y CHO en 48h. <u>No</u> <u>dominante</u> <u>pico torque:</u> CHO+P y L >agua (48h). <u>Series total</u> <u>de trabajo en</u> <u>dominante:</u> CHO+P y L >CHO y Agua (48h).
<b>Betts et al. (2007)</b>	6 varones sanos.	2 carreras en tapiz rodante con recup. 4h entre ellas. Run 1: 70% VO <sub>2máx</sub> (90') Run 2: = VO <sub>2máx</sub> (60').	<u>CHO:</u> 0,8g*Kg*h de CHO  <u>CHO+P:</u> 0.3*Kg*h de PRO  590ml cada una.	<u>Concentraciones GM:</u> CHO=CHO+ P. <u>Glucosa:</u> CHO <CHO+P tras 30' (Run 2)	-	<u>Insulina:</u> CHO+P >CHO.(recup ) <u>Urea:</u> CHO+P >CHO  ↑Oxidación extramuscular de CHOs en CHO+P que en CHO. ↓Oxidación

de ácidos  
grasos en  
CHO+P que  
en CHO.

<b>Stafford et al. (2005)</b>	8 corredore s. 5 mujeres y 3 hombres.	Carrera de 21 Km 70% VO <sub>2</sub> máx .+THA: al 90%VO <sub>2</sub> Máx +2hRecup.+Ca rrera THA+ 24hRecup.+5K m Crr.	<u>CHO+P</u> : 8% Sacarosa+2.3%PRO whey isolate+aa+glutamina+Vit aminas E y C. <u>CHO10</u> : 8% sacarosa+2.3 maltodextrina. <u>CHO6</u> : 6% sacarosa/glucosa. Dosis de 350ml. 1.0g*Kg*h de CHO+P y CHO10. 0.6g*Kg*h de CHO6.	<u>VAS</u> : Dolor muscular: CHO+P <CHO10. <u>CK</u> : no significativo.	<u>Glucosa</u> : CHO10 >CHO+P y CHO6 a los 45' de recup.	-	<u>Rendimiento posterior a la recup</u> : CHO=CHO+ P <u>Insulina</u> CHO10 >CHO+P y CHO6 a la h de recup.
<b>Berardi et al. (2005)</b>	6 ciclistas varones.	60' Crr1.+6h Recup.+60' Crr2.	<u>CHO+P</u> : 0.8g*Kg CHO+04g*Kg PRO. <u>CHO</u> : 1,2g*Kg CHO. <u>PLB(0h)</u> : no energy. <u>PLB(Post4h)</u> : 1g*Kg PRO+ 3,6g*Kg CHO+ 0,3g*Kg GRAS.		CHO+P >CHO y PLB (no significativo)	+	Puede verse mejora en el rendimiento a intensidades más altas (±80%VO <sub>2</sub> M áx)

<b>Saunders et al. (2004)</b>	15 ciclistas varones.	Cicloergómetro THA 75% VO <sub>2</sub> máx +Recup. 12-15h +Ídem 1º ejercicio al 85% VO <sub>2</sub> máx .	<u>CHO+P</u> cada 15' de ejercicio: 26gCHO+6.5g PRO whey+ 355ml agua. Ratio 4:1.	<u>CK</u> : CHO+P <CHO 12-15h después de la 1º carrera.	+	<u>T' hasta agotamiento:</u> CHO+P >CHO en ambas carreras.
			<u>CHO+P</u> Post-ejerc: CHO+ 51.3Kcal PRO.  <u>CHO</u> : 26gCHO+355ml agua.  1.8ml*Kg cada 15' (en ejercicio)  10ml*Kg cada 30' post-ejerc.			
<b>Koopman et al. (2004)</b>	8 varones desentrenados.	Press de pierna y extensión de rodillas. 8s/8rep/2'rest. 80%1RM, aumentando hasta fallo.	<u>CHO</u> : 0.3g CHO*Kg*h  <u>CHO+P</u> : CHO+0.2gPRO*h <u>CHO+P+Leu</u> : CHO+PRO+0.1g leucina*Kg*h.  Todas las bebidas: +0.2gSodio+1.8gÁcido	CHO+P+Leu >CHO y CHO+P en etos de sobrecarga.  Tasa sintética fraccional de la PRO musc	+  <b>con Leu</b>	<u>Insulina</u> : CHO+P+Leu > CHO+P>CHO.  <u>Glucosa</u> CHO+P+Leu <CHO.



			cítrico+ 5g Aroma Vainilla*L.		mixta: CHO+P+Leu >CHO.	
			3ml*Kg cada 30' hasta T'=330 post-ejerc.			
<b>Ivy et al. (2002)</b>	7 varones ciclistas entrenados.	2h bicicleta al 65-75% VO <sub>2</sub> máx + series de 1' /1' sprints al máx esfuerzo THA + 4h recup.	<u>CHO+P:</u> 80gCHO+28gPRO+6gG RAS.  <u>LCHO:</u> 8gCHO+6gGRAS.  <u>HCHO:</u> 108gCHO+6gGRAS.  472ml cada dosis*2.		CHO+P > LCHO y HCHO.  Almacenamiento GM + rápida en CHO+P que en LCHO+ y HCHO.	<u>Glucosa</u> +↑en CHO+P.  +

Ejercicios y Recuperación: T', Tiempo; THA, Tiempo hasta agotamiento; G, Glucógeno; Recup., Recuperación; IRS, Intermittent Repeated Sprint Test; Ex1-2, Ejercicio 1-2; Flex-Ext, Flexión-Extensión; Rest/s, Reposo entre Series.

Suplementación: CHO, Carbohidrato; PRO, Proteína; CHO+P, Carbohidratos con proteínas; PLB, Placebo; GRAS, Grasa; L, Leche; Choc, Chocolate; MTE, Multiingrediente; L-Glut, L-Glutamina; L-Carn, L-Carnitina; L-Tart, L-Tartina; LCHP: bajo carbohidrato alta proteína; HCLP: alta proteína bajo carbohidrato.

Otros: CK, Creatina Quinasa; Mb, Mioglobina; RPE, Escala de Valoración de Esfuerzo; ><, Mayor-menor que; =, igual; ↑, Aumenta/Alto; ↓, Disminuye/Bajo; VAS, Escala de Evaluación; GM, Glucógeno Muscular; +, Positiva; -, Negativa.

Son muchos los artículos que nos hablan de los beneficios ergogénicos y fisiológicos que tiene la ingesta de bebidas carbohidratadas combinada con proteínas (CHO+PRO). A continuación, veremos la importancia que tienen estos macronutrientes en distintos tipos de ejercicios, sobre la recuperación a través de la ingesta de bebidas, al rendimiento posterior y otros factores importantes en el desarrollo de una actividad física, como son el glucógeno muscular y los marcadores del daño muscular.

Como apuntaba Ivy y otros. (2002, pág. 1344), “se produce un rápido aumento en las tasas de almacenamiento del glucógeno muscular durante los primeros 40 minutos de la recuperación con la ingesta de bebidas compuestas con carbohidratos y proteínas (80gCHO+28gPRO+6gGRAS)”. Por lo tanto, según él, un consumo de estos suplementos sería muy ventajoso cuando el tiempo de recuperación es muy limitado (< 8h). Es decir, la ingesta de este suplemento mejora la resíntesis del glucógeno muscular, en comparación con bebidas que sólo contienen carbohidratos o con bebidas que eran placebos (0.8g\*Kg CHO+0.4g\*Kg PRO) (Berardi y otros, 2005). Esto puede ser debido al “aumento limitado en la degradación de la proteína y a la estimulación de la síntesis proteica” (Cockburn y otros, 2010, pág.276).

Además, el consumo de estos dos macronutrientes combinado con el aminoácido ramificado de leucina, “podría beneficiar aún más el balance de proteínas durante la recuperación de un ejercicio de resistencia y aumentaría la síntesis de proteínas musculares después del ejercicio, si lo comparamos con si solo tomáramos una bebida con carbohidratos” (Koopman y otros, 2004, pág. E652).

De igual manera, una bebida compuesta con CHO+PRO, podría producir una mejora en el tiempo hasta la fatiga en ciclistas (26gCHO+6.5g PRO whey) (Saunders y otros, 2004), y “beneficios en el pico de fuerza del torque y en el cómputo general de las series totales” (Cockburn y otros, 2008, pág.781).

En cambio, y para contraponer a los estudios anteriores, en las investigaciones recientes de Alghannam y otros (2016), y en otro de Betts y otros (2007), hablan que incluir PRO en una solución de CHO, después de una carrera extensa, no acelera la resíntesis del glucógeno muscular en la recuperación. Para el análisis del glucógeno muscular se midió a través de la técnica bioquímica de biopsia muscular.

Por un lado, encontramos que la ingesta de bebidas de carbohidratos con un suplemento de proteínas, podría mejorar los marcadores del daño muscular. De ello habló Saunders y otros (2004, pág. 1238), que comentó que la ingesta de carbohidratos con proteínas mejoraba la reducción del daño muscular después del ejercicio, en comparación con una bebida con solo hidratos. Aunque “no supo determinar si este efecto se debía a un mayor contenido calórico total en la bebida CHO+PRO o a los mecanismos específicos de la adición proteica”. Por tanto, una combinación de ambos, podría ser un factor nutricional clave para la atenuación del daño producido en el músculo, inducido por el ejercicio y esto “puede ser debido a

las alteraciones metabólicas de las proteínas, que atenúan las rupturas de las estructuras proteicas en el músculo, dando beneficios a la creatina kinasa y a la mioglobina” (Cockburn y otros, 2008, pág. 781). De tal modo, que esta mejora de los marcadores del daño muscular, puede potenciar una mejora en el rendimiento posterior, gracias a “un efecto en la preservación de los carbohidratos, relacionado con la oxidación de las calorías de proteínas adicionales” (Cepero y otros, 2010, pág. 172).

En contra, se posicionan Coutinho y otros(2014) y Naclerio y otros(2015) que razonan que cuando se controla el consumo de energía suplementaria y los carbohidratos se ingieren a tasas óptimas para la recuperación no parece que la adición de proteínas, mejore la recuperación o el daño muscular más que un suplemento con solo carbohidratos.

En contraposición, cuando se analiza la percepción del dolor después de un ejercicio exhaustivo y la ingesta del conjunto de estos dos macronutrientes, puede atenuar dicha percepción, en comparación con bebidas que solamente contenían carbohidratos (Staffond y otros, 2005) y con contenido que resultaba ser placebo (Naclerio y otros, 2015).

Por otro lado, el consumo combinado de estos suplementos, no afecta al rendimiento a intensidades del 70%  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , pero Berardi y otros (2005), deja entrever, que a intensidades superiores al 80% del  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  si se mejora en el rendimiento en ciclistas. Staffond y otros (2005), también habla sobre esta premisa, pero asumiendo que la ingesta de una bebida tradicional deportiva o una bebida de CHO-PRO, después de un ejercicio exhaustivo, no tienen ningún efecto sobre el rendimiento posterior, sin importar la intensidad del ejercicio.

Aunque recientemente, Rustad y otros (2016, pág. 22), nos reafirma que “la ingesta de CHO+PRO durante las 2 horas después del ejercicio hasta el agotamiento, en cicloergómetro, da como resultado una recuperación más efectiva y por tanto, una mejora en el rendimiento posterior, en comparación con bebidas de solo CHO”.

Por tanto, “la adición de proteínas a una solución de carbohidratos puede aumentar la tasa general de la oxidación de hidratos de carbono, durante una segunda sesión de ejercicio y posterior a la recuperación, sin alterar la velocidad de degradación del glucógeno muscular” (Betts y otros, 2007, pág. 911). Esto puede mejorarse con una simple bebida de CHO+PRO con base de leche, la cual, consumida inmediatamente después de un ejercicio, que provoque un daño muscular, puede acelerar la recuperación a las 72 horas, aunque puede ser debido a un aporte adicional de calorías en la bebida (Cockburn y otros, 2010). De esta manera, la proteína añadida al suplemento, mejora la recuperación y el rendimiento (Rustad y otros, 2016).

Esta mejora también se ve reflejada en un ejercicio intermitente de fútbol, donde Alghannam (2011), se percata que al añadir proteínas al suplemento de

carbohidratos, obtuvo una mejora en la recuperación a corto plazo, aunque no esclareció el mecanismo exacto de dicho beneficio.

En contra de esta afirmación se posiciona Goh y otros (2012, pág. 581), donde explica que cada una de las bebidas que probó en su investigación (CHO; CHO+CHO; CHO+PRO), proporcionan efectos parecidos en la recuperación de un ejercicio aeróbico costoso. Por lo tanto, en ciclistas y 1 hora después del ejercicio, la recuperación a corto plazo, “no parece estar influenciada por el contenido de los macronutrientes de las bebidas de recuperación, aunque esto, pueda estar limitado a ciclistas bien entrenados”.

Upshaw y otros (2016) va mas allá, y nos cuenta que la leche con chocolate es una bebida efectiva para la recuperación del mismo día, después de un ejercicio que baje los niveles del glucógeno. Más importante aún, manifiesta que “después de este tipo de ejercicio, una bebida con un contenido adecuado de energía, mejora el rendimiento de una contrarreloj de ciclistas, independientemente de la ratio CHO:PRO o de si la proteína es de origen animal o vegetal (Upshaw y otros, 2016, pág. 69).

Recientemente, se ha demostrado, que añadir proteínas al suplemento de hidratos de carbono, no restaura la capacidad para repetir un ejercicio de forma más eficaz que si la misma cantidad de energía que se ingiere sea en forma de solamente hidratos de carbono, sin proteínas (Alghannam y otros, 2016).

## **7. ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA.**

Para facilitar la lectura, vamos a dividir en diferentes apartados las principales evidencias científicas, que se han encontrado en el análisis de estos artículos científicos.

### **7.1. Marcadores del daño muscular.**

En este apartado se va a analizar los hallazgos fundamentales sobre la Creatina Quinasa, la Mioglobina y la Escala de la percepción del esfuerzo, que aunque no esté tan vinculado con el daño muscular, si que lo está con el dolor muscular, por ello, lo clasifico en este apartado.

En el caso de los valores de la Creatina Quinasa (CK) en sangre, el consumo de la suplementación de proteínas con hidratos de carbono, suele ser ventajoso para la disminución de estos valores tras acabar el ejercicio físico o durante la recuperación que si lo comparamos con una bebida con solo carbohidratos. Saunders y otros (2004) demostró que los niveles de la CK fueron más bajos en bebidas de CHO+PRO que las que tenían solamente CHO, 12-15 horas después de pedalear

en un cicloergómetro hasta el agotamiento al 75% VO<sub>2</sub>máx. De igual forma, Cockburn y otros (2008) reafirmó esta premisa en un ejercicio concéntrico de flexión-extensión unilateral de rodilla, pero además de obtener los valores inferiores en una bebida de CHO+PRO en comparación que una de CHO, apuntó que la leche (34gPRO+49gCHO+17gGRAS) que utilizó, obtuvo valores mínimos, significativamente comparados, con CHO. a las 48 horas de recuperación post-ejercicio. Por otro lado, y en este mismo tipo de ejercicio, Benjamin y otros (2009), contrastó que los valores más altos se obtuvieron en las bebidas “HIGH” en comparación con las “LOW”. Dichas bebidas estaban tenían una composición de “HIGH”: 22gCHO+6gPRO+2gGRAS. y “LOW”: 5gCHO+6gPRO(RDA)+6gGRAS.

En otros estudios, no ha quedado tan clara la participación del suplemento de CHO+PRO como mediador en los valores de la CK en sangre, ya que estos valores no han sido significativos comparados con el suplemento de solo carbohidratos (Stafford y otros, 2005; Cepero y otros, 2010; Coutinho y otros, 2014; Rustad y otros, 2016).

Los valores de CK parecen estar alterados según el tipo de ejercicio realizado y también por el tiempo de recuperación. Según los estudios analizados, en una recuperación corta (<8h) no suele haber diferencias significativas entre bebidas. En contra, según el estudio de Saunders y otros (2004), en la que el suplemento CHO+PRO obtuvo menos valores de CK en sangre, tras 12-15 horas de realizar un ejercicio extenuante en el cicloergómetro, vemos que el tiempo de recuperación es muy largo, por tanto creo que puede deberse más a una causa del propio tiempo total de reposo, que al añadido de proteína a un suplemento de hidratos de carbono. Harán falta más investigaciones respecto a este tema y probar con el mismo ejercicio con distintos tiempo de recuperación para ver, si este factor, se debe al tiempo total o al añadido de proteína.

En el caso de la Mioglobina (Mb) en sangre, solo tenemos dos ejemplos que analizar. Uno de ellos, son las conclusiones que nos redactó Cockburn y otros (2008) en su estudio, que demostró que los valores de Mb fueron menores en el suplemento de CHO+PRO que en los que sólo contenían CHO, a las 48 horas del ejercicio de flexión y extensión de piernas. Por otro lado, Rustad y otros (2016) no vio diferencias entre los suplementos que contenían proteínas y carbohidratos con aquellos que solo contenían carbohidratos, en cambio, los valores de Mb en sangre eran mayores en bebidas que eran placebo en comparación con estos dos suplementos (Naclerio y otros, 2015). Se necesitan futuras investigaciones para aclarar este aspecto, ya que las conclusiones existentes son muy escasas. Según los ejemplos, estos niveles de Mb puede deberse, al igual que los valores de CK, al tiempo total de descanso más que al tipo de suplemento.

La cuestión de la Escala de Percepción de Esfuerzo (RPE), parece ser que está más analizada en estas publicaciones. Según varios autores, no hay diferencias significativas entre bebidas de CHO o de CHO+PRO, sin importar el tipo de ejercicio ni el tiempo de recuperación (Benjamin y otros, 2009; Goh y otros, 2012; Coutinho y otros, 2014). En cambio, en recientes publicaciones si que se ha demostrado que lo

suplementos de CHO+PRO obtuvieron una percepción del esfuerzo menor que en bebidas de CHO (Alghanam, 2011; Naclerio y otros, 2015). Esta afirmación la desmiente totalmente Rustad y otros (2016) en su reciente publicación, en la que tras realizar el RPE no adquirió valores significativos entre bebidas de CHO y de CHO+PRO. En cambio, si aclaró que los que habían tomado una bebida Placebo, consiguieron valores más altos que los que habían tomado un suplemento de solo hidratos de carbono o el mismo con un añadido de proteína. Parece que es mucho mejor tomar un suplemento de carbohidratos, ya sea con proteínas o sin ellas, a no tomar nada tras el esfuerzo. Respecto a si le echamos una cantidad de proteínas o no, parece que dependerá del ejercicio, por ejemplo si hemos hecho una actividad extenuante, quizás añadir proteína, favorezca el desarrollo de la recuperación y nos haga tener una percepción del esfuerzo menor, en la siguiente actividad que tengamos que ejecutar.

## **7.2. Suplementos y cantidad idónea.**

Respecto a este tema, es complicado determinar cuál es la cantidad idónea que debemos de consumir para desarrollar una recuperación idónea, ya que, dependerá del tipo de actividad y el tiempo de recuperación que tengamos hasta el próximo ejercicio. Aún así, vamos a intentar dejar claro que valores nos convendría y qué suplementación sería mejor, en torno al tipo de ejercicio que hacemos.

Alghanam y otros (2016, pág. 15) declaró que la inclusión de proteínas en un suplemento post ejercicio solo será relevante para la resíntesis del glucógeno muscular, “si las tasas de hidratos de carbonos son mayores a  $1\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{hora}^{-1}$  o si el objetivo no es la restauración del glucógeno muscular, por ejemplo, promover la adaptación del tejido o el reacondicionamiento”. Según nuestros estudios seleccionados, la cantidad de carbohidratos idónea para la elaboración de una bebida recuperadoras post ejercicio, ronda en torno al  $0.8\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  y al  $1\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  (Alghanam y otros, 2016; Upshaw y otros, 2016; Coutinho y otros, 2014; Goh y otros, 2012; Cepero y otros, 2010; Betts y otros, 2007; Stafford y otros, 2005).

También Palacios y otros (2008), recalcó que si se compara con agua, añadir carbohidratos a una bebida y consumirla a un ritmo de  $1\text{g}/\text{min}$ , se reduce la oxidación de la glucosa en el hígado hasta un 30% y mejora el rendimiento.

En el caso de la proteína, la cantidad idónea para que se produzca una mejor resíntesis proteica y una mejora en los niveles del glucógeno en el músculo, es de  $0,4 \pm 2\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  (Rustad y otros, 2016; Upshaw y otros, 2016; Alghanam, 2011; Cockburn y otros, 2010/2008; Benjamin y otros, 2009; Berardi y otros, 2005; Saunders y otros, 2004; Koopman y otros, 2004; Ivy y otros, 2002).

Los hidratos de carbonos más utilizados son la glucosa, la sacarosa y la maltodextrina y en el caso de la proteína, las más usadas son los aminoácidos, la hidrolizada de suero de leche, la caseína y la leucina.

### **7.3. Glucógeno muscular y Recuperación con Carbohidratos y Proteínas.**

“La disponibilidad de glucógeno muscular es un factor determinante de la capacidad para el ejercicio” (Alghannam y otros, 2016, pág. 14-15), por lo tanto, será fundamental para el desarrollo una actividad física y su rendimiento.

Atendiendo a las investigaciones que se han realizado en nuestros artículos, podemos decir que la mayor importancia de la capacidad de aumento de los niveles de glucógeno, recae fundamentalmente, en la importancia de hidratos de carbono en nuestra bebida, más que el añadido de proteínas. (Alghannam y otros, 2016, Coutinho y otros, 2014; Goh y otros, 2012; Cepero y otros, 2010; Betts y otros, 2007; Stafford y otros, 2005). Por lo tanto, para estos autores, la importancia del glucógeno muscular sobre la recuperación del deportista incide en los hidratos de carbono. De igual forma, Coutinho y otros (2014, pág. 375) especificó que “cuando se controla el consumo de energía suplementaria y los hidratos de carbonos se ingieren a tasas óptimas para la recuperación, no parece que la adición de proteínas mejore la recuperación”.

Por otra parte, Rustad y otros (2016) le da una importancia a la proteína, ya que demuestra que ingerir una bebida con CHO+PRO (0,8gCHO+0,4gPRO\*Kg\*h) durante las dos horas después de un ejercicio hasta el agotamiento al 72% VO<sub>2</sub>máx, produce una mejora significativa en la recuperación y en niveles glucogénicos que los que tomaron solo una bebida con CHO (1,2g\*Kg\*h). Cockburn y otros (2010), también apoya esta teoría en su estudio, pero compara una bebida con CHO+PRO con una que es meramente placebo, por lo tanto, explica que la falta de energía en la bebida de placebo no concluye que los beneficios adheridos a la proteína sean por el propio nutriente o por un aporte adicional de calorías. Más allá del añadido de proteínas, Koopman y otros (2004, pág. E652) recurre a la Leucina (Leu) para el contenido de sus bebidas recuperadoras y obtiene que “CHO+PRO+LEU es una estrategia eficaz para aumentar el anabolismo muscular tras un ejercicio de resistencia” por delante de bebidas de CHO+PRO y CHO.

Para concluir, me remito a las palabras que utilizó Moore (2015, pág. 299) cuando habló en su estudio sobre que sería mejor para el deportista, si un suplemento de carbohidrato solo o uno conjunto con proteínas, el cual expresó que “la ingestión combinada en la dieta de CHO y PRO es mejor que utilizar solo uno de ellos, ya que será más efectivo en la recuperación” y por ende, en el rendimiento posterior. “Por lo tanto, un atleta que optimiza su nutrición después de un duro ejercicio estará mejor posicionado para mantener o mejorar el rendimiento en una actividad posterior”.

## 8. CONCLUSIONES.

Queda claro, que una estrategia eficaz para la recuperación del deportista y su rendimiento posterior, es el consumo adecuado de hidratos de carbono, que rondará la cantidad de  $1\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ . Esta estrategia, será efectiva para restablecer los niveles de glucógeno muscular durante el periodo de recuperación y fomentará la recuperación en el daño producido en el músculo tras la realización de un ejercicio.

Otra estrategia efectiva, sería la de incluir una cantidad de proteínas a ese suplemento, ya que se ha demostrado en algunos estudio, que con ingerir en el periodo de recuperación, una cantidad en torno a los  $0,4\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , se obtienen elevaciones en la tasa de síntesis de proteína, la cual es muy importante para recuperar el daño producido en el tejido muscular y por tanto mejorará la recuperación y el rendimiento posterior.

También se asienta, que el momento idóneo para consumir esta solución es inmediatamente después de la finalización del esfuerzo físico, en la llamada ventana metabólica, dónde nuestro organismo está más receptivo a los macronutrientes, aumentando así la efectividad de recuperarse. Aunque varios estudios y dependiendo del volumen total del mismo, citan que es importante nutrirse a las 2 horas post-ejercicio para seguir favoreciendo los niveles glucogénicos musculares.

No podemos esclarecer en esta investigación, si el consumo de hidratos de carbono y proteínas, antes o durante el ejercicio, sería beneficioso para el organismo y para el deportista ya que estos artículos científicos no contempla dichas posibilidades.

Por lo tanto, la co-ingesta de hidratos de carbono y proteínas, favorecerá la recuperación del deportista tras la realización de un ejercicio físico, aumentando los niveles de glucógeno muscular y disminuyendo los valores de los marcadores del daño muscular, como la creatina quinasa, beneficiando el anabolismo muscular.

Una bebida efectiva y poco costosa sería la leche con chocolate después de un ejercicio de resistencia, pero tendría que atender a los valores nutricionales que hemos observado y a la cantidad adecuada de CHO y PRO.



## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- Alghannam, A.F. (2011). Carbohydrate-protein ingestion improves subsequent running capacity towards the end of a football specific intermittent exercise. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 36, 748-757.
- Alghannam, A.F., Jedrzejewski, D., Bilzon, J., Thompson, D., Tsintzas, K., Betts, J.A. (2016). Influence of post-exercise carbohydrate-protein ingestion on muscle glycogen metabolism in recovery and subsequent running exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise*.
- Benjamin, L., Blanpied, P., Lamont, L. (2009). Dietary carbohydrate and protein manipulation and exercise recovery in novice weight-lifters. *Journal of exercise physiology*, 12 (6), 33-39.
- Berardi, J.M., Price, T.B., Noreen, E.E., Lemon, P.W. (2005). Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a Carbohydrate-Protein supplement. *American College of Sports Medicine*, 1106-1113.
- Betts, J.A., Williams, L., Boobis, L., Tsintzas, K. (2007). Increased carbohydrate oxidation after ingesting carbohydrate with added protein. *Official Journal of the American College of Sport Medicine*, 903-912.
- Cepero, M., Padial, R., Rojas, F.J., Geerlings, A., De la Cruz, J.C., Boza J.J. (2010). Influence of ingesting casein protein and whey protein carbohydrate beverages on recovery and performance of an endurance cycling test. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5 (2), 158-175.
- Cockburn, E., Hayes, P.R., French, D.N., Stevenson, E., Gibson, A. (2008). Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 33, 775-783.
- Cockburn, E., Stevenson, E., Hayes, P.R., Robson-Ansley, P., Howatson, G. (2010). Effect of milk-based carbohydrate-protein supplement timing on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 33, 270-277.
- Coutinho, L.A., Cerqueira, L.S., Rodrigues, A.V., Porto, C.P., Pierucci, A.P. (2014). Co-ingestion of carbohydrate and pea protein does not enhance muscle recovery after strenuous exercise. *Rev. Nutr. Campinas*, 27 (3), 367-377.
- Goh, Q., Boop, C.A., Luden N.D., Smith, A.G., Womack, C.J., Saunders, M.J. (2012). Recovery from cycling exercise: *Effects of carbohydrate and protein beverages. Nutrients*, 4, 568-584.
- González-Boto, R., Molinero, O., Márquez, S. (2006). El sobrentrenamiento en el deporte de competición: implicaciones psicológicas del desequilibrio entre estrés y recuperación. *Revista Ansiedad y Estrés* 12 (1), 99-115.
- Ivy, J.L., Goforth, H.W., Damon, B.M., McCauley, T.R., Parsons, E.C., Price, T.B. (2002). Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J. Appl. Physiol.* 93, 1337-1344.
- Moore, D.R. (2015). Nutrition to support recovery from endurance exercise: Optimal carbohydrate and protein replacement. *Nutrition and Ergogenic Aids*, 14 (4), 294-300.

Naclerio, F., Larumbe-Zabala, E., Cooper, R., Allgrove, J., Earnest, C.P. (2015). A multi-ingredient containing carbohydrate, proteins L-Glutamine and L-Carnitine attenuates fatigue perception with no effect on performance muscle damage on immunity in soccer players. *Plos One* 10 (4), 1-17.

Palacios, N.G., Bonafonte, L.F., Manonelles, P.M., Manuz, B.G., Villegas, J.A. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Federación Española de Medicina del Deporte*, 25 (126), 245-258.

Pérez-Guisado, J. (2008). Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo proteico. *Medicina de L'Esport*, 159, 142-152.

Koopman, R., Wagenmakers, A.J., Manders, R.J., Zorenc, A.H., Senden, J.M., Gorselink, M., Keizer, H.A., van Loon, L.J. (2004). Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo male subjects. *Am. J. Physiol Endocrinol Metab.*, 288, E645-E643.

Rustad, P.I., Sailer, M., Cumming, K.T., Jeppensen, P.B., Kolnes, K.J., Sollie, O., Franch, J., Ivy, J.L., Daniel, H., Jensen, J. (2016). Intake of protein plus carbohydrate during the first two hours after exhaustive cycling improves performance the following day. *Plos One*, 1-25.

Saunders, M.J., Kane, M.D., Todd, M.K. (2004). Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Physical Fitness and Performance*, 1233-1238.

Stafford, M.M., Warren, G.L., Thomas, L.M., Doyle, J.A., Snow, T.K., Hitchcock, K. (2005). Recovery from run training: Efficacy of a carbohydrate-protein beverage? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15, 610-624.

Upshaw, A.V., Wong, T.S., Bandegan, A., Lemon, P.W. (2016). Cycling time trial performance 4 hours after glycogen-lowering exercise is similarly enhanced by recovery nondairy chocolate milk. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26, 65-70.